

125

Circular
Técnica

Brasília, DF
Abril, 2013

Autores

Jadir Borges Pinheiro
Eng. Agr., DSc.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
jadir.pinheiro@embrapa.br

Ricardo Borges Pereira
Eng. Agr., DSc.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
ricardo-borges.pereira@embrapa.br

**Agnaldo Donizete
Ferreira de Carvalho**
Eng. Agr., DSc.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
agnaldo.carvalho@embrapa.br

Frederick Mendes Aguiar
Eng. Agr., MSc.
Universidade de Brasília - UnB
Brasília, DF
aguiarmendes@yahoo.com.br

Ocorrência e manejo de nematoides na cultura do jiló e berinjela

Fotos: Jadir B. Pinheiro



Introdução

Entre as solanáceas cultivadas a berinjela e o jiló se configuram como culturas de grande importância no cenário hortícola. A berinjela é cultivada em maior escala nos estados de São Paulo, Minas Gerais e os da Região Sul do País. Já o jiloeiro é cultivado principalmente na Região Sudeste do Brasil, e tem os Estados de Rio de Janeiro e Minas Gerais como os principais produtores. Outros Estados que apresentam expressiva produção no Brasil são São Paulo e Espírito Santo.

Essas espécies estão entre as mais rústicas dentro da família Solanacea. Mesmo assim, são suscetíveis a doenças que podem causar perdas consideráveis ou comprometer a qualidade do produto, dependendo da cultivar, da época de cultivo e das condições ambientais prevalentes no local do plantio.

O nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) tem sido relatado como um dos patógenos mais importantes em berinjela (*Solanum melongena* L.), bem como na cultura do jiló (*Solanum gilo* Raddi). As espécies de *Meloidogyne* mais importantes nestas hortaliças são *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. enterolobii* e *M. hapla*. Entretanto, *M. incognita* e *M. javanica* têm apresentado maior ocorrência.

A intensidade de danos causados pelos nematoides em plantios comerciais de berinjela e jiló depende de uma série de fatores, como a espécie presente na área e sua densidade populacional, a cultivar plantada, as condições climáticas (temperatura e umidade do solo), o tipo de solo e sua fertilidade, bem como as

culturas anteriores ao plantio dessas culturas e as práticas agrícolas adotadas.

Esta circular técnica tem como objetivos descrever o nematoide-das-galhas, os sintomas causados na cultura do jiló e berinjela, os aspectos referentes a sua biologia bem como as principais medidas gerais de controle para o manejo correto nessas culturas.

Nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.)

O nematoide-das-galhas é uma das espécies de maior ocorrência e importância nas culturas do jiló

e berinjela. Possui ampla gama de hospedeiros, que incluem principalmente hortaliças solanáceas como pimentão, pimenta, tomate e batata. Está presente em praticamente todo o mundo, principalmente em regiões de clima quente, incluindo as regiões tropicais e subtropicais.

Sintomas

Sintomas de infecções causadas pelos nematoides-das-galhas na parte aérea das plantas podem ser observados na forma de nanismo, murcha e clorose (Figura 1 e Figura 2), além de deficiência nutricional secundária, tamanho reduzido de frutos e consequentemente baixo rendimento da cultura.

Fotos: Jadir B. Pinheiro



Figura 1. Clorose (A) e nanismo (B) na parte aérea de plantas de berinjela devido à infestação pelo nematoide-das-galhas.

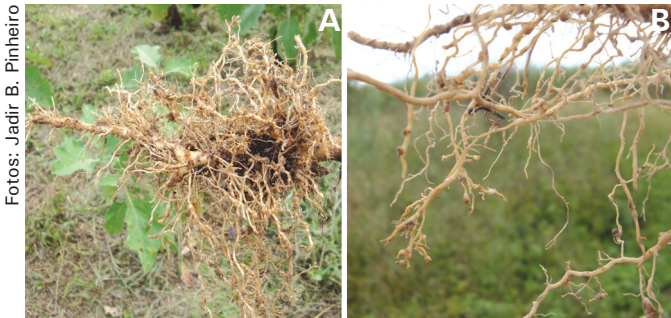
Foto: Jadir B. Pinheiro



Foto: Alilton Reis

Figura 2. Clorose na parte aérea de plantas de jiló devido à infestação pelo nematoide-das-galhas.

Os nematoides-das-galhas são endoparasitos, ou seja, penetram nas raízes das plantas e estabelecem um sítio de alimentação. Durante seu parasitismo ocorre a formação das galhas nas raízes de berinjela (Figura 3A) e jiló (Figura 3B) que são sintomas característicos devidos à penetração e infecção por *Meloidogyne* spp.



Fotos: Jadir B. Pinheiro

Figura 3. Após a visualização de clorose e nanismo na parte aérea das plantas de berinjela (A) e jiló (B), com o arranquio constata-se a presença de galhas nas raízes devido à infestação por *Meloidogyne* sp.

Geralmente as galhas em plantas de berinjela (Figura 4A) e jiló (Figura 4B) são bem menores quando comparados com galhas que ocorrem em outras hortaliças como o tomateiro (Figura 4C).



Fotos: Jadir B. Pinheiro

Figura 4. Galhas nas raízes de berinjela (A), jiló (B) comparadas com as galhas em raízes de tomateiro (C).

Massas de ovos (Figura 5A) de coloração escura na superfície das galhas – pontos marrons (A) e fêmeas de *Meloidogyne* spp. extraídas do interior das galhas (B).



Fotos: Frederick M. Aguiar e Cecília S. Rodrigues

Figura 5. Massa de ovos acima da superfície das galhas – pontos marrons (A) e fêmeas de *Meloidogyne* spp. extraídas do interior das galhas (B).

Falhas no *stand* de plantas podem ocorrer em áreas onde os níveis populacionais são altos. Além disso, as raízes gravemente danificadas por nematoides-das-galhas podem ser invadidas por fungos e bactérias que potencializam os danos e causam o apodrecimento destas.

Ciclo de vida

O ciclo de vida dos nematoides-das-galhas tem início com a formação do ovo (Figura 6A), e durante este ciclo estes organismos passam por quatro estádios juvenis antes de se tornarem adultos. A primeira ecdise ou troca de cutícula ocorre no interior do ovo. Em seguida o juvenil de 2º estágio (J2) (Figura 6B) eclode do ovo e vai para o solo, onde atraído por exsudatos radiculares liberados pelas raízes encontra e penetra diretamente em uma raiz nova.

Os J2 são vermiformes e seu tamanho varia geralmente com a espécie de *Meloidogyne*. Apenas o J2 do nematoide-das-galhas é infectivo e movimenta-se por entre as partículas de solo em busca de raízes das plantas hospedeiras. O J2 penetra geralmente pela ponta da raiz na região da coifa, e migra entre as células até estabelecer um local de alimentação nas mesmas. Após o estabelecimento do sítio de alimentação torna-se um

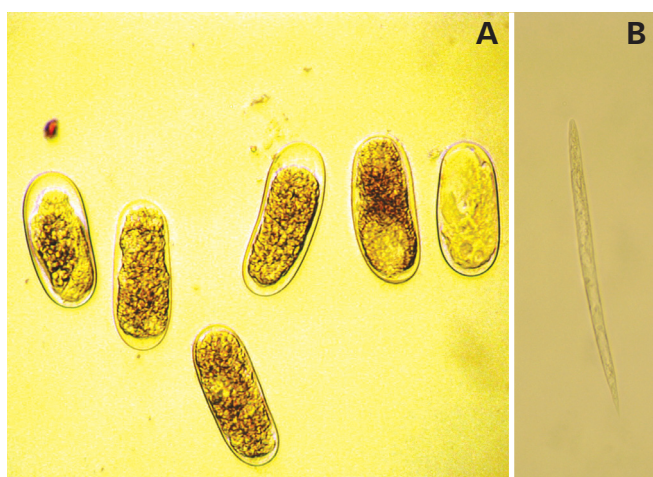


Figura 6. Ovos em diferentes estádios de desenvolvimento embriogênico (A) e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne* sp. (B).

endoparasito sedentário. Os nematoides aumentam rapidamente de tamanho e passam por mais três ecdises transformando em juvenis de 3º (J3) e 4º estágio (J4), e finalmente em adultos. Na fase adulta, os machos de *Meloidogyne* spp. (Figura 7) migram para fora da raiz e não se alimentam.



Figura 7. Macho de *Meloidogyne* spp.: formato vermiforme.

Uma fêmea produz durante o ciclo de vida centenas de ovos, podendo chegar a mais de mil, dependendo das condições. Estes são depositados em uma massa de ovos geralmente externamente às raízes, na superfície das galhas, onde ficam presos em uma mucilagem que os protege contra dessecação e outras condições adversas.

O ciclo de *Meloidogyne* spp., de ovo a ovo, leva geralmente de três a quatro semanas no verão, podendo ser estendido, no inverno, a até sete semanas. Assim, a duração do ciclo de vida é fortemente dependente da temperatura e aumenta à medida que a temperatura do solo diminui. A sobrevivência do nematoide-das-galhas e a conclusão do ciclo de vida dependem do crescimento bem sucedido da planta hospedeira e das condições ambientais. Devido ao fato de os nematoides se moverem lentamente no solo, sua principal forma de disseminação é a passiva, feita pela movimentação do solo por máquinas, água, implementos agrícolas contaminados, homem e animais nas áreas de cultivo e, principalmente, por mudas contaminadas. A contaminação por meio de mudas é responsável principalmente pela disseminação a longas distâncias.

Manejo

A prevenção é uma das formas mais efetivas no manejo desses microrganismos, pois uma vez estabelecidos numa área de cultivo, sua erradicação é praticamente impossível, restando a convivência do produtor com esse patógeno, de forma que o produtor terá que manejar a área de cultivo a manter os níveis populacionais sempre abaixo do limiar de dano econômico.

Desta forma, o plantio de mudas livres de nematoides fitoparasitas em solos não contaminados é essencial para manter este grupo de patógenos fora da área de cultivo. Além da utilização de mudas livres de nematoides, deve-se evitar o plantio em períodos de temperaturas elevadas e chuvas, pois a maioria das espécies de ocorrência no país se multiplica bem nestas condições. Deve-se também ter o cuidado de lavar e desinfestar máquinas e implementos agrícolas, pois estes quando contaminados, podem espalhar partículas de solo com nematoides, disseminando este parasita em áreas de cultivo não contaminadas.

Alqueive

O alqueive consiste em manter o terreno limpo sem a presença de culturas ou plantas invasoras que possam hospedar os nematoides. O solo

permanece sem vegetação com práticas de capinas manuais, arações e gradagens periódicas em intervalos geralmente em torno de 20 dias e/ou com o emprego de herbicidas, por um período de três meses.

Contudo, é uma medida que apresenta o inconveniente de deixar a área sem plantio por um tempo, o que reduz, na maioria dos casos, o lucro do produtor. Além disso, a exposição do solo a luz solar também reduz a sua atividade microbiológica benéfica. Assim, para favorecer a recuperação dos microrganismos do solo recomenda-se a utilização da adubação orgânica à base de compostos ou esterco curtidos de animais, tortas oleaginosas, bagaço de cana, palha de arroz dentre outras fontes, as quais devem ser distribuídas e incorporadas ao solo de duas a três semanas antes do plantio das mudas. Outro inconveniente é a desestruturação e promoção da erosão do solo em áreas inclinadas nos períodos chuvosos. Consequentemente, essa prática deve ser planejada de modo a reduzir a população dos nematoides e, concomitantemente, reduzir os impactos causados pela exposição ao sol e chuvas ao solo sem vegetação.

Eliminação de tigueras e plantas daninhas hospedeiras

Assim como os restos de cultura, as tigueras (plantas da cultura que nascem e se desenvolvem de forma involuntária no campo) e plantas daninhas também podem hospedar nematoides comuns às culturas do jiló e berinjela, servindo como fonte de inóculo para cultivos sucessivos. Desta forma o ideal é arrancar as plantas infectadas, retirar da área, deixar secar e finalmente queimá-las.

Solarização

A solarização tem sido empregada em pequenas áreas na desinfestação de solos com altas populações de nematoides, principalmente em regiões quentes e de alta radiação solar. Esta prática consiste em cobrir o solo úmido com uma camada de lona transparente, geralmente de polietileno (50 a 100 μm), permitindo a entrada dos raios solares que promovem o aquecimento do solo nas camadas mais superficiais. Efeitos positivos são

obtidos com a cobertura do solo por um período de três a oito semanas, condições em que a temperatura do solo chega a atingir de 35 a 50°C até os 30 centímetros de profundidade, dependendo do tipo de solo.

A eficiência da solarização pode ser potencializada quando associada à incorporação de matéria orgânica ao solo, antes do início do tratamento. Entre as vantagens desta associação, encontra-se o fato de que o calor proporcionado pela solarização pode acelerar o processo de decomposição dos resíduos orgânicos no solo, aumentando ainda mais a temperatura deste. Além disso, com a decomposição da matéria orgânica há também o aumento da população de inimigos naturais dos nematoides e liberação de substâncias nematicidas que proporcionam um aumento da eficiência da solarização.

Rotação de culturas

A rotação de culturas é uma prática recomendada para a redução de inóculo presente em áreas infestadas. Inicialmente é necessário identificar a espécie de nematoide presente para recomendar uma cultura que não seja hospedeira. Em casos de plantios consecutivos com plantas hospedeiras, de dois a três anos, numa mesma área em que haja incidência do nematoide-das-galhas, pode haver um grande aumento dos níveis populacionais destes organismos, inviabilizando desta forma a área para cultivos subsequentes. Entretanto, a rotação é bastante difícil, pois *Meloidogyne* spp. apresenta uma vasta gama de plantas hospedeiras conhecidas. Além disso, algumas espécies apresentam raças, exemplo *M. incognita* que possui quatro diferentes (raças 1, 2, 3 e 4), as quais são caracterizadas por atacar distintas espécies de plantas.

Geralmente em áreas infestadas por *M. incognita* sugere-se a rotação com algumas cultivares resistentes de milho e milheto, braquiárias (*Brachiaria* spp.), e crotalárias (*Crotalaria spectabilis* L.). Já, em áreas infestadas pela espécie *M. javanica*, sugere-se a rotação com amendoim, mamona e também cultivares de milho e milheto, *C. spectabilis* e braquiárias. Quanto maior for o grau de infestação mais prolongado deve ser o período de rotação.

Plantas antagonistas

Crotalárias e mucunas são exemplos de plantas antagonistas que são utilizadas no controle de nematoides. *Crotalaria juncea* L. e mucunas têm comprovada eficácia para *M. incognita* e *M. javanica*, por serem más hospedeiras, porém podem causar aumento das densidades populacionais em determinados casos quando as condições são favoráveis ao nematoide.

Outras vantagens das plantas antagonistas, é que as crotalárias e mucunas podem ser utilizadas como culturas de cobertura ou incorporadas ao solo na forma de adubo verde, com melhoria também nas condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Uso de matéria orgânica

Materiais orgânicos favorecem o crescimento vigoroso das plantas possibilitando uma maior tolerância ao ataque de nematoides. Além disso, a matéria orgânica favorece o aumento da população de microrganismos de solo, em especial de inimigos naturais, além de liberar substâncias tóxicas aos nematoides com sua decomposição contribuindo para a mortalidade destes. A matéria orgânica funciona como condicionador do solo, favorecendo as propriedades físicas, além de contribuir com fornecimento de nutrientes, como nitrogênio.

A palha de café, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de brássicas, esterco de gado ou de galinha e torta de mamona são exemplos de materiais orgânicos. Sempre que possível estes materiais devem ser esterilizados antes de serem aplicados, principalmente em novas áreas de cultivo, pois podem ser fonte de disseminação de outros fitopatógenos.

Cultivares resistentes

A resistência genética é uma das estratégias mais simples, eficientes e ambientalmente segura para o controle de doenças causadas pelo nematoide-das-galhas (BOERMA e HUSSEY, 1992).

Apesar da importância do nematoide-das-galhas como um patógeno em berinjela e jiló, os bancos ativos de germoplasma destas culturas ainda não foram devidamente avaliados em relação à

resistência às principais espécies de *Meloidogyne* spp. Fontes de resistências economicamente importantes ao nematoide-das-galhas foram identificadas em algumas espécies selvagens de berinjela, tais como *S. toxicarium*, *S. khasianum*, *S. torvum* e *S. sisymbriifolium* (Danunay & Dalmaso, 1985; Ali et al., 1992; Di Vito et al., 1992, Boiteux & Charchar, 1996). Genes de resistência de amplo espectro contra espécies do nematoide-das-galhas são de extrema importância, especialmente em áreas tropicais, onde as infestações múltiplas de solos com distintas espécies de *Meloidogyne* é uma condição prevalecente. (Mai, 1985).

Vale ressaltar que contribuições no sentido de identificar fontes de resistência em *Solanum gilo* e *S. melongena* são importantes, pois uma vez o nematoide-das-galhas introduzido e disseminado em áreas de produção, sua erradicação é praticamente impossível. Nesse sentido a Embrapa Hortaliças tem desenvolvido alguns trabalhos na busca por fontes de resistência ao nematoide-das-galhas em jiló e berinjela, porém os resultados até o presente momento são preliminares, sendo necessária a avaliação de maior número de genótipos do banco de germoplasma.

No Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) existem oitenta e duas cultivares de berinjela e dezoito de jiló registradas, porém as informações sobre aspectos relacionados a resistência ao nematoide-das-galhas são escassas quando consultado os endereços eletrônicos das empresas mantenedoras.

Remoção e destruição de restos culturais

Não é recomendada a manutenção e incorporação de restos infectados de raízes de berinjela e jiló na área cultivada, por inviabilizar os métodos empregados de controle.

Muitos nematoides permanecem viáveis em restos de cultura, servindo como fonte de inóculo para os próximos cultivos. Assim, a remoção das raízes infectadas da área logo após a colheita é uma estratégia simples e importante para a redução do inóculo na área antes do próximo plantio. Os restos de raízes devem ser amontoados, e após secos devem ser queimados.

Manipueira

Os resíduos do processamento da mandioca em fabricas de farinha, geralmente apresentam eficiência para o controle do nematoide-das-galhas, sendo a dose geralmente utilizada no campo de 4,0L a 50% (2,0L de manipueira + 2,0L de água) por metro quadrado, ou 2,0 L de manipueira a 50% por metro de sulco de plantio.

Controle químico

Atualmente não existem produtos nematicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso em jiló e berinjela. Porém, as perdas de produção induzidas pela infecção pelo nematoide-das-galhas são geralmente subestimadas nas condições brasileiras devido à utilização constante de nematicidas em áreas produtoras de berinjela e jiló.

A utilização indiscriminada de nematicidas permite que quantidades significativas lixiviam pelo solo, podendo contaminar lençóis freáticos que muitas vezes servem como fonte de água para o consumo humano e animal. Além disso, o uso de nematicidas atualmente em hortaliças, além de ser oneroso e não apresentar registro para a maioria das culturas é ambientalmente incorreto. Sempre que possível, o produtor deve utilizar práticas de manejo integradas para redução dos níveis populacionais dos nematoides presentes na área de cultivo.

Outros nematoides

Mundialmente, os maiores prejuízos na cultura jiló e da berinjela são atribuídos ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne*). Porém, ocasionalmente, outros nematoides podem ser associados à cultura como: *Aphelenchus avenae*, *Criconemoides onoensis*, *Ditylenchus* sp., *Helicotylenchus dihystra*, *Paratrichodorus minor*, *Pratylenchus brachyurus*, *P. zaeae*, *Psilenchus* sp., *Tylenchorhynchus contractus*, *Xiphinema* sp.

Considerações finais

É importante salientar a importância da busca por fontes de resistência às espécies de nematoides-das-galhas que infectam jiló e berinjela no Brasil.

A utilização de porta-enxertos resistente também consiste numa boa alternativa de controle dos nematoides, no entanto, ainda não é explorada devida a falta de informação. Para complementar os estudos de fontes de resistência a estes nematoides, levantamentos das espécies e raças de nematoides ocorrentes em áreas de cultivo de berinjela e jiló também são necessários.

Referências

- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 14 set. 2011.
- ALI, M.; MATSUZOE, N.; OKUBO, H.; FUJIEDA, K. Resistance in non-tuberous Solanum to root-knot nematode. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kyoto, v. 60, p. 921-926, 1992.
- DI VITO, M.; SACCARDO, F.; ERRICO, A.; ZACCHEO, G.; CATALANO, F. Genetic of resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). In: MEETING GENETICS AND BREEDING ON CAPSICUM AND EGGPLANT, 8., 1992, Rome. **Proceedings...** Rome: Eucarpia, 1992. 310 p. Número Especial da Capsicum Newsletter.
- BOERMA, H. R.; HUSSEY, R. S. Breeding plants for resistance- to nematodes. **Journal of Nematology**, College Park, v. 24, n. 2, p. 242-252, jun. 1992.
- BOITEUX, L. S.; CHARCHAR, J. M. Genetic resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in eggplant (*Solanum melongena*). **Plant Breeding**, v. 115, n. 3, p.198-200, Aug. 1996.
- DAUNAY, M. C.; DALMASSO, A. Multiplication of *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* et *M. arenaria* sur divers *Solanum*. **Revue Nematologie**, Marseille, v. 8, p. 31-34, 1985.
- GUINI, R. **Solarização do solo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 4 p.
- MAI, W. F. Plant-parasitic nematodes: their threat to agriculture. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (Ed.). **An Advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh, North Carolina State University Graphics, 1985. v. 1, p.11-17.

**Circular
Técnica, 125**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na Embrapa Hortaliças
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
C. Postal 218, CEP 70.351.970 – Brasília-DF
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
E-mail: cnph.sac@embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2013): 1.000 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Warley Marcos Nascimento
Editor Técnico: Fábio Akiyoshi Suinaga
Supervisor Editorial: George James
Secretária: Gislaine Costa Neves
Membros: Mariane Carvalho Vidal, Jadir Borges Pinheiro, Ricardo Borges Pereira, Ítalo Morais Rocha Guedes, Carlos Eduardo Pacheco Lima, Marcelo Mikio Hanashiro, Caroline Pinheiro Reyes, Daniel Basílio Zandonadi

Expediente **Normalização bibliográfica:** Antonia Veras
Editoração eletrônica: André L. Garcia